

平成21年5月22日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19791442
 研究課題名（和文） 咬合の維持・回復による嚥下機能のアンチエイジング
 研究課題名（英文） Anti-Aging on Swallowing Function by Maintenance and Restoration of Occlusion
 研究代表者
 吉川 峰加（YOSHIKAWA MINEKA）
 広島大学・大学院医歯薬学総合研究科・助教
 研究者番号：00444688

研究成果の概要：若年者・高齢者いずれにおいても口腔期開始前より喉頭挙上を開始しており、咬合接触が舌骨・喉頭挙上運動や嚥下反射運動の誘発に関与する可能性が示唆された。また、若年者において咬合挙上の変化が舌骨・喉頭の運動機能や中咽頭・下咽頭の周囲組織に影響を及ぼす可能性が示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,100,000	0	2,100,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
総計	3,200,000	330,000	3,530,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴理工系歯学

キーワード：摂食・嚥下，高齢者，咬合

1. 研究開始当初の背景

我が国の急速な超高齢化に伴い、平成12年度より導入された介護保険制度は「予防重視型システム」へ大きく転換した（厚生労働省 2006）。これは生活機能の低下を早期発見し、要介護状態になる前や介護レベルが悪化する前に高齢者へ有効なサービスを適切に提供し、歩行機能や摂食・嚥下機能の低下をトリガーとする介護レベルの悪化を水際で食い止めるのが狙いである。このトリガーのひとつに老化による嚥下機能の低下がある（Brandt et al., Clin Trials, 2006）。それゆえ、この機能低下の解決に歯学が貢献できるはずであるが、その低下予防策についてエビデンスに基づいて論じられてきておらず、早急な対応が待たれている。

申請者は高齢者の QOL を低下させる

嚥下障害の病態理解と治療体系の確立を目指し、以下の研究を重ねてきた。

（1）生理的老化（一次老化）により嚥下機能は低下すること（Yoshikawa et al., JGDS, 2005）

（2）高齢無歯顎者では義歯装着時に誤嚥のリスクがある喉頭流入が高頻度に認められること（Yoshikawa et al., JAGS, 2006）

これらの所見は、天然歯や義歯による咬合維持・回復が老化による嚥下機能の予備能力の低下を防止する一助となり、嚥下の口腔期が咽頭・食道期に深く関与する可能性を示している。

しかし、今日までの摂食嚥下障害とそのリハビリテーションに関する研究は「誤嚥」や「窒息」など生命を脅かす存在に対応すべく、もっぱら咽頭期や食道期について医科的側面から検討されており、歯学が貢献できる口腔に重点を置いた研究は十分でない。また、

歯科補綴学がこの研究領域に貢献できる研究はようやく端を発したばかりであり、系統だった歯学からのアプローチが社会的にも要求されている。

2. 研究の目的

(1) 健常若年者および健常有歯顎者における咬合接触の有無が喉頭挙上運動に及ぼす影響を明らかにする。

(2) ゴールデンスタンダードである嚥下造影検査 (CFSS) と並行して、舌圧センサシートを用いた舌運動機能検査ならびに舌骨・喉頭周囲の筋電図検査を同時に行うことで、摂食嚥下機能をより詳細に評価・計測できるシステムを構築する。

(3) 同システムを用いることで、臼歯部での咬合の変化が、咽頭・食道期で大きな役割を担う喉頭挙上運動に影響を及ぼすか否かを明らかにする。

3. 研究の方法

咬合高径の変化が正常な嚥下機能に及ぼす影響を明らかにするため、以下の3つの研究を行った。

(1) 少なくとも両側小臼歯部での咬合支持を有する、自立して日常生活を送る後期高齢者 (男性 12 名, 年齢 80-87 歳) 及び 20 歳以上で個性正常咬合を有する若年者 (男性 9 名 24-32 歳) を対象とした。全被験者に問診, 口腔内診査, 嚥下に関する質問紙調査, 反復唾液飲みテスト, 最大舌圧測定を実施し, 主観的・客観的に摂食・嚥下障害が認められないとみなされた者に CFSS を行った。また一部の被験者には CFSS と同時に嚥下音の録音も行った。CFSS では 10 倍希釈バリウム水溶液 10ml を被験者に 3 回指示嚥下させ, その嚥下機能の画像解析を行い, 口腔期開始時における咬合接触の有無, 分割嚥下の有無および喉頭挙上開始のタイミングとの関連性を検討した。

(2) CFSS, 舌圧センサシート (図 1) を用いた舌運動機能検査ならびに筋電図検査の同期記録システムの開発 (図 2) すべての被験者に問診, 口腔内診査, 嚥下に関する質問紙調査 (藤島, 1993; 大熊ら, 2002) を実施した。その後, 以下の装置を用いて同時記録ができるよう各機器の調整を行い, システムを構築した。

①舌運動機能検査

口腔内診査の後, 薄膜状の舌圧センサシート (Hori et al., J Prosthodont Res, 2009) (図 1) を硬口蓋に貼付し,

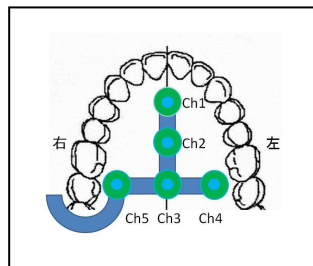


図 1 センサシート

咀嚼・嚥下に重要な硬口蓋 5 カ所における舌接触圧の記録ならびに自動解析を可能とする「ニッタ簡易舌圧計測システム スワロースキャン」を用い, 嚥下時舌圧発現パターンと舌運動機能を評価した。

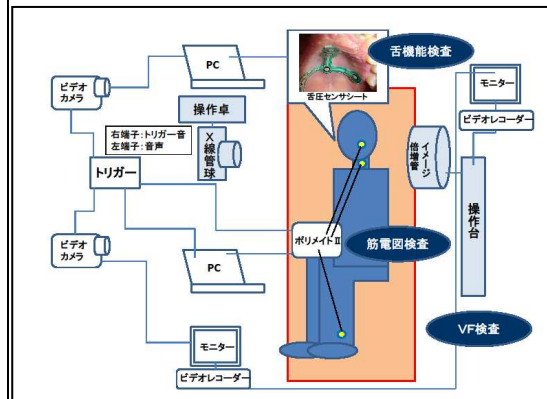


図 2 同時記録システム

②筋電図検査

①の準備の後, 造影検査用チェアに被験者を 90 度で座らせ, 舌骨上筋群相当部, 左側顎二腹筋前腹相頭部, 左側咬筋相頭部に ACT 生体電極 (AP-C300) を各 2 個装着した。さらにアースとして左足首に ACT 生体電極を 2 個装着した。各電極入力コネクタをポリメイト II (AP216) に接続し, 各部筋電図の変位を記録した。またパルスオキシメータ (SPO₂) ならびに呼吸センサを接続し, 筋電図と同時に記録を行った。

③CFSS

②の準備の後, 被験者の頭部をイヤールッドにより固定した。その後 3 ml の水を嚥下させ, イヤールッドで固定された頭位や被験者の姿勢が嚥下運動に支障をきたしていないことを確認した。試験食品として, バリトゲンゾル® (消化管 X 線造影剤, 伏見製薬所) を精製水で 5 倍希釈したバリウム水溶液 10 ml を用いた。紙コップに同バリウム水溶液を注いでおき, 験者の「はい, 飲んでください」との指示後, 被験者に日常の飲水と同様の状態でバリウム水溶液を各条件で 2 回ずつ飲ませた (指示嚥下)。その嚥下動態を側面より DSA 装置 (DIGITEX 2400UX, 島津製作所) にて DV テープ (DVC, Panasonic) に記録した。

なお, ①, ②ならびに③の記録装置 (ビデオカメラ・ビデオレコーダ) には右端子にトリガー音, 左端子には検査室内の音声を入力できるように設定した。

(3) 健常若年者 5 名 (男性, 25-32 歳) を被験者とした。咬合挙上を目的とした下顎型スプリント (2.5, 5.0, 7.5, 10.0 15.0mm) を作製し, スプリント未装着時ならびに各スプリント装着し, 咬合を安定させた状態における嚥下動態 (バリウム水溶液 10 ml, 指示嚥下) を側面より記録した。その後, 画像解析を行い, 被験者の嚥下機能について定性的ならびに定量的評価を行った。定性的評価として

は嚥下回数のカウントならびに口腔内残留、咽頭内残留、喉頭流入および誤嚥の各4項目の有無を視覚的に観察した。定量的評価としては、嚥下に要する時間計測として、口腔通過時間、第2頸椎下端における咽頭閉鎖時間、第3頸椎上端における咽頭閉鎖時間、軟口蓋閉鎖時間、舌骨挙上時間、喉頭挙上時間、喉頭閉鎖時間、食道入口部開口時間、咽頭反射時間、咽頭反射遅延時間、咽頭通過時間の11項目を計測し、各被験者における各2回の計測値の平均を代表値とした。

4. 研究成果

(1) 口腔期開始時に咬合接触をせず、嚥下を開始した高齢者は12名中7名、若年者は9名中6名であり、その7名の高齢者では全員に分割嚥下を認め、喉頭挙上開始が口腔期開始より遅れる者が7名中4名に見られた。また、その若年者6名中1名に分割嚥下を認め、喉頭挙上開始が口腔期開始より遅れる者が6名中2名にみられた。一方、高齢者・若年者ともに口腔期開始前から咬合接触をさせていた者では、高齢者で5名中2名に分割嚥下を認めたものの、口腔期開始前より喉頭挙上が開始していることが明らかになった。

咬合接触が舌骨・喉頭挙上運動や嚥下反射の誘発に関与する可能性を示唆できた。

(2) まず、データの記録がなされた後、各①、②および③のデータについて、PC・記録機器での画像データと取り込まれた音声データの時間的一致を行った。ついで、ビデオ画像合成ソフトAdobe After Effect (Adobe Systems Inc., CA, USA) を用いて、時間調整処理を行った各①～③の記録画像を合成し、トリガー音を基準としてさらに時間調整を行った。

本システムを構築したことで、側面からのCFSS画像解析のみならず嚥下時舌運動の評価についてさらなる詳細な結果が得られるようになった。また今まで漠然としかつかめなかった嚥下時の筋電図評価についても、CFSSと同期させることが可能となったことより、CFSSやVFに伴う被曝を回避し、今後の嚥下障害のスクリーニング法として筋電図を用うる可能性が示された。

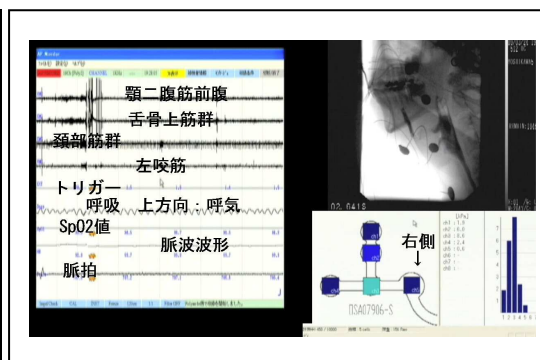


図3 合成記録画像

①舌運動機能検査

過去の報告 Hori et al., J Prosthodont Res. 53(1)28-32, 2009, Ono et al., Dysphagia 19(4): 259-264, 2004) では舌圧発生部位や発生時間に関して正中最前方部の圧センサ (Ch1) が有意に他のセンサ (Ch2-Ch5) と比べて大きな値を示し、正中後方センサ (Ch3) が最小値を示すと述べている。今回われわれの調査では、5名の被験者においてこの報告のような順序で舌圧は発生していなかった。被験者5名中3名ではCh3, Ch2の順で最大舌圧を記録し、うち2名では後方側方センサ (Ch4, Ch5) が正中前方センサであるCh1よりも大きな値を示す結果となった。これは咬合の挙上に伴い、困難になりつつある口腔保持を強固にするため、後方のセンサが前方よりも強い値を示した可能性がある。また、5名中1名では咬合挙上に伴って、正中後方のCh3が舌と接触しなくなり、後方側方センサ (Ch4, Ch5) の圧が最大になるなど、上記2名と同様な補償の様子を示す者を認めた。一方、正中後方センサ (Ch3) から前方のセンサ (Ch2→Ch1) へ向けて最大舌圧が低下し、後方側方センサ (Ch4, Ch5) が最小値を示す者1名や過去の報告と同じような傾向を認めるものの、正中最前方のセンサ (Ch1) よりも後方 (Ch2, Ch3) がより大きな値を示す者1名も認めた。

②筋電図検査

筋電図波型とCFSSとを比較し、時間による機能発生に着目したところ、被験者は概ねトリガー音発生の後、直ちに各電極部位において同時に筋活動が発現した。0ミリから7.5ミリまで咬合を挙上するに伴い、筋活動持続時間は増加したが、10ミリ、15ミリの挙上になると持続時間は0ミリと同様またはそれ以下に持続時間は短縮する傾向を示した。これは10ミリ、15ミリと過剰に挙上量が大きくなるにつれてその嚥下困難な口腔内状況を補償するのをあきらめ、無理な筋活動を行わず、重力を利用して食塊を咽頭・食道方向へ送る飲み方をしつつある可能性が示された。

③CFSS

定性的評価に関して、すべての検査条件を

通じて嚥下回数は1回のものが4名、2回のものが1名いた。誤嚥を認めたものは存在しなかったが、5名中1名では全ての検査条件を通じて咬合挙上をする前(0ミリ)から喉頭流入を示していた。また口腔内残留は咬合挙上に伴い残留量が増加する傾向を認めた。

定量的評価に関して、第2頸椎下端における咽頭閉鎖時間(図4)、第3頸椎上端における咽頭閉鎖時間(図5)および喉頭閉鎖時間(図6)に関して、咬合挙上に伴ってその時間が減少する傾向を認めた。

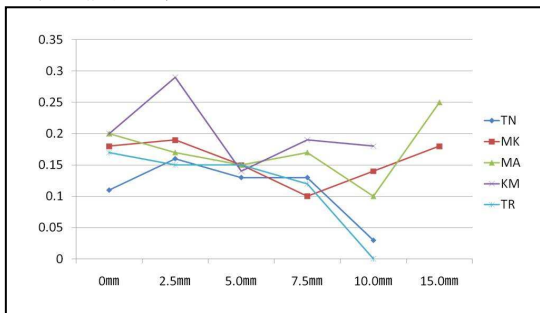


図4 第2頸椎下端における咽頭閉鎖時間

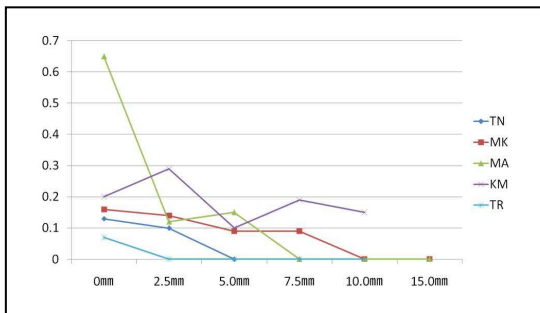


図5 第3頸椎上端における咽頭閉鎖時間

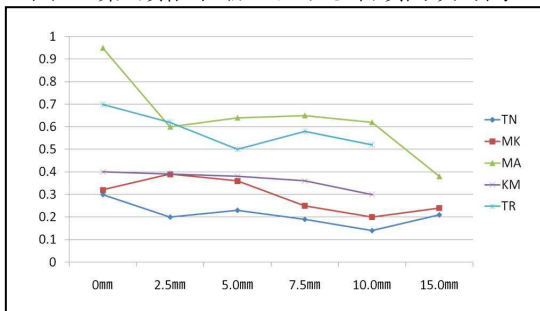


図6 喉頭閉鎖時間

15.0mmの咬合挙上になると奥舌と咽頭壁との接触が困難となり、口腔から咽頭への食塊の積極的な駆出が認められず、早期咽頭流入や食塊移送時には重力を利用して嚥下する像がみられた。また咬合挙上に伴い口腔準備期にはすでに舌骨は上方移動し、嚥下反射発生時において舌骨は前方移動のみになる傾向を認めた。

今回の研究結果より、咬合挙上がとくに舌骨・喉頭の運動機能や中・下咽頭の周囲組織に影響を及ぼす可能性が示唆された。

健常若年者においては十分な嚥下予備能

力を備えているために個性正常咬合の状態からさらに咬合を挙上しても、それに対応すべく予備能力を利用して機能を補償している可能性が示された。また、舌運動に関しても各被験者で補償方法に違いがみられるも、誤嚥することなく安全に液体を嚥下しており、機能の巧緻性と、予備能力を超える咬合挙上量になった場合での重力の利用で食塊を上方から下方に落とし込んで飲む様相が認められた。

高齢者では喉頭の低位などによる嚥下予備能力の低下が言われており、要介護高齢者に多く見られる無歯顎の状態に対して補綴治療による咬合の再構成などで適切な顎間関係を回復することが高齢者における嚥下予備能力の低下予防を考える上に有益な示唆を得ることができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- ① Utanohara U, Hayashi R, Yoshikawa M, Yoshida M, Tsuga K and Akagawa Y Standard Values of Maximum Tongue Pressure Taken Using Newly Developed Disposable Tongue Pressure Measurement Device. *Dysphagia*, 23: 286-290, 2008. (査読有)
- ② Yoshikawa M, Yoshida M, Nagasaki T, Tanimoto K, Tsuga K and Akagawa Y Effects of Tooth Loss and Denture Wear on Tongue-tip Motion in Elderly Dentulous and Edentulous People., *J Oral Rehabil*, 35(12):882-888, 2008. (査読有)

[学会発表] (計5件)

- ① Yoshikawa M, Nagasaki T, Yoshida M and Akagawa Y, Swallowing Sound Analysis for Amyotrophic Lateral Sclerosis Patients., 17th Annual Meeting of Dysphagia Research Society, Mar 6th 2009, New Orleans, USA.
- ② 吉川峰加, 長崎信一, 吉田光由, 赤川安正, 咬合接触と嚥下機能に関する検討, 日本咀嚼学会第19回学術大会総会, 2008年9月28日, 東京 早稲田大学
- ③ 吉川峰加, 長崎信一, 吉田光由, 赤川安正, 脳血管障害患者とALS患者の嚥下音に関する検討, 第14回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2008年9月14日, 千葉 幕張メッセ
- ④ Yoshikawa M, Nagasaki T, Yoshida M and Akagawa Y, Swallowing Sound Analysis for Healthy Adults and Dysphagic Patients., 16th Annual Meeting of Dysphagia Research Society,

Mar 6th 2008, South Carolina, USA.

- ⑤ 吉川峰加, 長崎信一, 吉田光由, 赤川安正, 嚥下障害患者と健常成人の嚥下音に関する検討, 第13回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2007年9月15日, 埼玉 大宮ソニックシティホール

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉川 峰加 (YOSHIKAWA MINEKA)

広島大学・大学院医歯薬学総合研究科・
助教

研究者番号：00444688

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者